

土建施工中的节能减排技术与措施研究

赵国贤

4403011984****4992

摘要: 随着我国“双碳”目标的推进, 土建行业作为能源消耗与碳排放的重点领域, 其节能减排工作已成为行业转型的核心方向。本文结合土建施工的实际流程, 从施工技术革新、能源优化利用、资源循环回收及管理机制完善四个维度, 系统分析了当前可落地的节能减排技术与措施。研究表明, 通过新型建材应用、智能化设备推广、施工方案优化及全周期管理, 可有效降低土建施工阶段的能耗与污染排放, 为行业绿色发展提供实践参考。

关键词: 土建施工; 节能减排; 绿色技术; 施工管理; 资源循环

DOI: 10.64216/3080-1508.25.08.059

引言

土建行业作为国民经济的支柱产业, 其施工过程涉及大量能源消耗(如电力、燃油)与资源使用(如砂石、水泥), 同时伴随废气、废水、建筑垃圾等污染物排放。在“碳达峰、碳中和”战略背景下, 传统高能耗、高污染的施工模式已难以适应行业发展需求, 探索高效、可行的节能减排技术与措施, 成为土建施工领域亟待解决的关键问题。

当前, 土建施工节能减排工作仍面临诸多挑战: 一是部分施工企业环保意识薄弱, 过度追求施工进度与成本控制, 忽视节能减排投入; 二是节能减排技术应用存在“碎片化”问题, 缺乏全流程整合; 三是新型技术与设备的推广成本较高, 中小企业难以承担。基于此, 本文从技术与管理双重视角, 梳理可落地的节能减排路径, 为施工企业提供实操性方案。

1 土建施工中的节能减排技术应用

1.1 新型绿色建材应用技术

建材生产是土建行业碳排放的重要环节, 选用低能耗、低污染的新型建材, 可从源头减少施工阶段的环境负荷。目前, 可推广的绿色建材主要包括以下几类:

低碳水泥与混凝土技术: 传统水泥生产需高温煅烧石灰石, 碳排放强度极高。采用“矿渣粉、粉煤灰”等工业废渣替代部分水泥熟料, 可降低水泥生产能耗, 同时减少建筑垃圾产生。此外, 透水混凝土、再生骨料混凝土等新型混凝土技术, 可实现雨水渗透利用与建筑废料循环, 某市政道路项目采用再生骨料混凝土, 有效节

约天然砂石资源, 减少建筑垃圾填埋量。

节能型墙体与保温材料: 传统黏土砖生产破坏耕地且能耗高, 改用蒸压加气混凝土砌块, 其导热系数远低于黏土砖, 可降低建筑采暖空调能耗。同时, 外墙保温采用“挤塑聚苯板(XPS)+耐碱玻纤网格布”系统, 相比传统保温材料, 保温性能更优, 且施工过程中无挥发性有害物质排放。

环保型装饰与防水材料: 选用水性涂料替代溶剂型涂料, 可大幅减少挥发性有机化合物(VOC)排放; 采用高分子防水卷材(如PVC、TPO)替代沥青卷材, 不仅使用寿命更长, 且生产过程能耗更低, 施工阶段无沥青烟污染。

1.2 施工设备与能源优化技术

施工设备是施工阶段能源消耗的主要载体, 通过设备升级与能源结构优化, 可显著降低能耗与碳排放。

智能化节能设备推广: 传统施工机械(如塔吊、挖掘机)多为燃油驱动, 能耗高且尾气污染严重。采用电动塔吊、混合动力挖掘机等新型设备, 电动塔吊相比燃油塔吊, 能耗更低且无尾气排放; 混合动力挖掘机通过特定作业模式, 综合油耗更省。此外, 施工照明采用LED节能灯具替代传统白炽灯, 能耗大幅降低且使用寿命更长, 某住宅项目通过全面更换LED灯具, 实现了显著的电费节约。

可再生能源整合利用: 在施工临时用电中, 引入太阳能光伏板、小型风力发电机等可再生能源设备, 可减少对市政电网的依赖。如某高速公路项目在项目部与施

工营地搭建太阳能光伏系统，满足营地日常照明、办公设备用电需求，减少火电消耗，降低碳排放。

能源监测与智能调控：通过安装智能电表、水表、油耗表等监测设备，实时采集施工设备与临时设施的能源消耗数据，利用物联网平台进行数据分析，识别高能消耗环节并优化。例如，某商业综合体项目通过能源监测系统发现混凝土输送泵怠速运转存在能耗问题，通过调整作业流程、缩短怠速时间，减少柴油消耗，节约成本。

1.3 水资源循环与废弃物回收技术

土建施工需消耗大量水资源，且产生建筑垃圾、废水等废弃物，通过循环利用技术可实现资源节约与污染减排。

施工废水循环利用：在施工现场搭建“沉淀池+过滤池+消毒池”三级废水处理系统，将混凝土养护废水、雨水、设备清洗废水收集处理后，用于混凝土搅拌、场地降尘、绿化灌溉等，提升水资源重复利用率。某地铁项目通过废水循环系统，节约自来水用量，减少废水排放，降低水费支出。

建筑垃圾资源化回收：施工过程中产生的废钢筋、废模板、碎混凝土等建筑垃圾，通过现场分拣、破碎、加工，可转化为再生骨料、再生钢筋、再生模板等资源。如某拆迁改造项目，将拆除的废混凝土破碎后加工为再生骨料，用于路基回填与临时道路铺设，提升建筑垃圾回收利用率，减少建筑垃圾外运量，节约填埋成本。

余压余热回收利用：在混凝土搅拌站、冬季施工供暖等环节，利用余压余热回收设备，如混凝土搅拌站的烘干机尾气余热，通过换热器加热冷水，用于搅拌用水预热或工人生活用水，降低加热能耗；冬季施工采用“地源热泵”供暖替代传统燃煤锅炉，不仅无有害气体排放，且能耗更低。

2 土建施工节能减排的全流程管理措施优化

技术应用需依托完善的管理机制，才能实现节能减排效果的最大化。土建施工具有周期长、环节多、参与方复杂的特点，若仅依赖技术本身而缺乏系统性管理，易出现“技术落地难、效果打折扣”的问题。因此，需结合施工全流程（前期规划、过程实施、后期验收）及人员管理，构建覆盖“事前-事中-事后”的闭环管理体系，从制度层面为节能减排保驾护航。

2.1 施工前期的方案优化与规划

施工前期方案设计的节能减排的“源头把控点”，需将节能目标融入设计、评审、落地全环节，避免后期因方案缺陷产生能耗浪费与整改成本。

方案设计阶段需打破“重进度、轻环保”思维，将节能减排纳入评审指标体系，与安全、质量、成本同等权重。重点关注三方面：一是工艺节能性，优先选择低能耗工艺，如混凝土浇筑用“跳仓浇筑法”减少降温能耗；二是设备配置合理性，按施工强度匹配设备型号，避免“大设备小用”导致能源闲置；三是资源循环性，提前规划建筑垃圾回收场地与废水处理设施位置，保障施工初期即可实现资源循环。

BIM技术是方案优化核心工具，其可视化、模拟性可减少无效作业：通过构建三维场景，模拟设备动线、材料运输路径，优化塔吊布置与混凝土浇筑顺序，避免设备空转与无效运输。某住宅项目借助BIM调整塔吊数量与运输方式，有效降低能耗，提前规避后期浪费。

同时，施工组织设计需明确量化节能指标（如住宅项目的单位面积能耗、建筑垃圾回收率），结合项目类型与地方要求设定，并按施工阶段（基础、主体、装饰）与责任主体（班组、分包、项目部）分解，将指标完成情况与绩效考核挂钩，形成“目标-责任-考核”闭环，确保目标可落地。

2.2 施工过程中的动态监管

施工过程是节能减排“实施关键期”，现场环境复杂、人员流动大，易出现技术执行偏差与设备能耗超标，需通过动态监管及时整改。

建立巡查制度是核心手段：组建由技术负责人牵头，施工员、安全员、环保专员参与的巡查团队，必要时邀请监理单位，明确巡查频次与流程。重点监管三环节：一是绿色建材使用，核查进场材料是否符合节能标准，避免非节能建材混入；二是设备运行状态，定期检查设备能耗数据，对比额定标准，超标设备及时维修或更换；三是废弃物回收，监督建筑垃圾规范分拣，确保再生骨料质量达标。

移动APP台账管理可提升监管效率：替代传统人工记录，巡查人员实时上传能耗数据、现场照片与整改记录，实现“问题发现-整改-验收”线上追溯；APP自动

生成能耗趋势报表，助力识别高能耗时段，针对性制定优化措施（如调整作业时间、采用节能设备）。

2.3 后期的验收与总结反馈

项目后期验收与总结是节能减排“效果巩固点”，通过专项验收确保目标落地，通过经验总结实现项目间经验传递。

竣工验收需增设节能减排专项验收，与结构、消防验收同步，未达标项目不得竣工。验收采用“资料核查+现场检测”：核查能耗台账、建材报告等，确认指标是否达标；现场检测外墙保温层、废水处理系统、可再生能源设备效果，未达标项目明确责任方与整改期限。某商业综合体项目因建筑垃圾回收率不达标，要求施工单位重新分拣直至合格。

项目完工后组织总结会，管理人员、分包负责人、技术人员共同梳理技术落地难点、管理措施有效性及指标偏差原因，形成《节能减排工作报告》，提炼可复制指南。某施工企业总结多项目经验，编制《绿色建材选用指南》与《设备节能操作手册》，推广后有效降低能耗、提升回收率。

2.4 人员培训与意识提升

人员是节能减排“最终执行者”，需构建“分层培训+日常宣传”体系，避免因知识缺乏或操作不规范导致管理失效。

定期开展分层培训：针对管理人员，培训政策解读、管理机制搭建与技术选型，通过案例教学提升统筹能力；针对一线工人，培训绿色建材施工、节能设备操作、废弃物分类，设置模拟区域实操演练，播放违规浪费案例强化规范意识。

日常宣传融入现场管理：在入口、宿舍区张贴节能标语，班前会增设“节能小知识”，定期评选“节能标兵”，营造“人人参与”氛围。某施工企业通过季度培训与月度宣传，提升工人操作合格率，减少能源浪费，工人主动提出的节能建议数量显著增加。

3 结论与展望

本文结合土建施工全流程，从技术应用与管理机制两维度分析，通过对新型绿色建材、智能化设备、资源

循环技术及管理体系研究，得出核心结论，为行业节能减排提供方向。

其一，新型绿色建材应用是节能减排基础。建材生产是碳排放源头，传统建材能耗高，新型绿色建材如低碳混凝土、节能保温材料可切断高能耗、高污染链条，减少碳排放等，且易与现有施工体系融合，为技术升级奠基。

其二，智能化节能设备与可再生能源整合是技术升级核心。施工设备是能耗载体，传统燃油设备能耗高、污染大，智能化节能设备降低能耗与排放，可再生能源可替代部分火电，二者整合形成协同模式，是低碳转型动力。

其三，水资源循环与建筑垃圾回收技术体现循环经济。土建施工耗水量大、垃圾填埋危害多，这两项技术实现资源重复利用、废弃物转化，降低对自然资源依赖、减少排放，是实现“资源节约与环境友好”路径。

其四，完善管理机制是技术落地保障。缺乏管理机制会出现“技术闲置”等问题，施工前期方案优化可规避风险、规划路径，施工过程动态监管能纠正偏差，人员培训与意识提升可解决“人”的短板，三者形成闭环，转化技术优势。

未来，土建施工节能减排向“智能化、一体化、全周期”发展。智能化方面，AI技术可按需供能、预警故障；一体化与全周期方面，“零碳施工”将落地；政策上需完善补贴等，推动协同减排，助力“双碳”目标。

参考文献

- [1]林建方. 节能施工技术在建筑土建工程中的应用探讨[J]. 建材发展导向: 下, 2016, 14(011): 282.
- [2]秦继攀. 探讨土建建筑工程施工的节能技术方法[J]. 建材与装饰, 2017(15). DOI:10.3969/j.issn.1673-0038.2017.15.004.
- [3]魏国伟. 节能施工技术在建筑土建工程中的应用研究[J]. 葡萄酒, 2024(15): 0022-0024.
- [4]雷鹏. 建筑土建工程施工中节能施工技术的探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, 000(036): P. 87-88.
- [5]张国柱. 建筑给排水工程施工中节能减排的措施研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(014): 3639.